

Trabajo Fin de Grado

Identificación de patrones de comportamiento y
actitud hacia el medio ambiente entre los estudiantes
de la Universidad de Zaragoza

Autora

Lorena Romeo Cuevas

Directores

Pilar Gargallo Valero
Jesús Ángel Miguel Álvarez

Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Zaragoza
Octubre 2015

Resumen

En este trabajo, utilizando la técnica estadística multivariante del Análisis Factorial, se construye un conjunto de indicadores que permite describir tipologías de estudiantes universitarios frente a la conservación y protección del medio ambiente. Además, a partir de la información proporcionada por estos indicadores, haciendo uso de la técnica estadística del Análisis Clúster, se identifican grupos de estudiantes similares en comportamiento ambiental, actitud hacia el medio ambiente y opinión sobre política medioambiental. Por tanto, una implicación importante de este estudio es la posibilidad de conocer qué aspectos conllevan una actitud más favorable hacia el cuidado del medio ambiente entre los jóvenes universitarios, que son quienes deben convertirse en agentes de cambio de la sociedad. El análisis se ha aplicado a una muestra de estudiantes de la Universidad de Zaragoza estratificada por sexo y titulación.

Palabras clave: Medio Ambiente, Encuesta, Muestreo estratificado, Análisis Factorial, Análisis Clúster

Abstract

In this paper, using the multivariate statistical technique of factor analysis, a set of indicators for describing types of university students against conservation and environmental protection is built. Furthermore, from the information provided by these indicators, making use of the multivariate statistical technique of cluster analysis, groups of similar students in environmental behaviour, attitude toward the environment and environmental policy opinions, are identified. Therefore, an important implication of this study is the ability to know what aspects involve a more favorable attitude to the protection of the environment among university students, who are who should become in agents of change in society. The analysis has been applied to a sample of students from the University of Zaragoza stratified by gender and degree.

Keywords: Environment, Survey, Stratified Sampling, Factor Analysis, Cluster Analysis

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. REVISIÓN DE LAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS UTILIZADAS.....	6
2.1 ANÁLISIS FACTORIAL.....	6
2.1.1. <i>Formulación del problema.....</i>	<i>7</i>
2.1.2. <i>Análisis de la matriz de correlación.....</i>	<i>8</i>
2.1.3. <i>Extracción de factores.....</i>	<i>9</i>
2.1.4. <i>Determinación del número de factores.....</i>	<i>9</i>
2.1.5. <i>Rotación de factores.....</i>	<i>10</i>
2.1.6. <i>Interpretación de factores.....</i>	<i>10</i>
2.1.7. <i>Puntuaciones factoriales.....</i>	<i>10</i>
2.2 ANÁLISIS CLUSTER.....	11
2.2.1. <i>Formulación del problema.....</i>	<i>11</i>
2.2.2. <i>Métodos de clasificación.....</i>	<i>12</i>
2.2.3. <i>Métodos jerárquicos.....</i>	<i>12</i>
2.2.3.1. <i>Selección de una medida de similitud o de distancia.....</i>	<i>12</i>
2.2.3.2. <i>Selección del método de conglomeración.....</i>	<i>13</i>
2.2.3.3. <i>Determinación del número de grupos.....</i>	<i>14</i>
2.2.3.4. <i>Interpretación de los grupos.....</i>	<i>14</i>
2.2.4. <i>Métodos no jerárquicos.....</i>	<i>14</i>
2.2.5. <i>Métodos bietápicos.....</i>	<i>15</i>
3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	16
3.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	16
3.2. DISEÑO DEL CUESTIONARIO.....	16
3.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES.....	17
4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL.....	18
5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CLÚSTER.....	25
6. CONCLUSIONES.....	35
7. BIBLIOGRAFÍA.....	38

1. INTRODUCCIÓN

El interés por el medio ambiente adquiere cada vez más una mayor relevancia en el ámbito mundial y nacional. La preocupación por los problemas ambientales comienza en la sociedad civil, primero de forma individual a través de los denominados naturalistas que, más tarde, formaron asociaciones de carácter ecologista para la conservación y defensa de la naturaleza.

Además, es conocida la enorme importancia que se concede en la actualidad al estudio del medio ambiente y a la sensibilización de la sociedad ante la problemática que lo rodea. La existencia de una crisis ecológica es reconocida a escala nacional e internacional y la política energética, así como sus efectos más notables sobre el calentamiento global, ocupan el centro del debate en numerosas organizaciones e instituciones. La sociedad actual demanda una ciudadanía sensible ante estos temas, con capacidad de afrontar los nuevos retos que se avecinan.

Como reflejo de esta creciente preocupación ambiental, en los últimos años diversos organismos públicos (nacionales e internacionales) han realizado estudios con el fin de conocer las actitudes, comportamientos y valoraciones que tienen los españoles sobre el medio ambiente, y de esta manera poder orientar la realización de nuevas políticas ambientales. Así, en línea con la importancia que los temas ambientales han venido adquiriendo en nuestra sociedad, han ido apareciendo cuestiones sobre dicha temática en las encuestas de opinión más representativas (Ecobarómetro en Andalucía, Ecología y Medio Ambiente-C.I.S en España o Eurobarómetro en Europa).

Más relevante, si cabe, es conocer la actitud y el comportamiento de los jóvenes universitarios con el medio ambiente, de hecho, ellos son los adultos del futuro y quienes tomarán puestos de responsabilidad y, por tanto, de sus actuaciones dependerá la sostenibilidad del planeta. Los jóvenes deben estar concienciados sobre la importancia de gestionar adecuadamente los residuos y aportar su granito de arena en la lucha por la conservación del medio ambiente, ellos deben convertirse en agentes de cambio de la sociedad. En este sentido, el sistema educativo cobra una enorme importancia, no sólo en cuanto a la transmisión de valores sino, también muy especialmente, como lugar de confrontación entre las creencias existentes en los individuos.

En relación a ello podemos decir que la Universidad de Zaragoza está considerada como uno de los mejores 50 campus del mundo en sostenibilidad

medioambiental, ocupando la posición 22 a nivel mundial y el segundo puesto a nivel nacional. Este es el resultado del análisis de CoolMYplanet, una plataforma que congrega ciudadanos y compañías comprometidos con reducir su huella de carbono en el planeta. Esta organización ha evaluado aspectos como las políticas de eficiencia energética, el consumo de electricidad o la emisión de CO₂ de los centros de educación superior.

Además, la acreditación de CoolMYPlanet reconoce también en su clasificación iniciativas como la Oficina Verde, dedicada a implantar políticas activas de eficiencia energética e hídrica o de reciclaje de residuos así como de concienciación a la comunidad universitaria a través de actividades como la Caravana del Clima, un proyecto de sensibilización desarrollado por los alumnos del campus que viaja por toda la geografía aragonesa y que, este año, cumplía su sexta edición, o la Semana del Medio Ambiente, unas jornadas abiertas con atractivas ponencias y actividades para todos los públicos. (Noticia publicada el miércoles 22 de abril del 2015 en la página web de la facultad fecem.unizar.es)

Teniendo todo esto presente, en este trabajo se presenta un estudio sobre la percepción ambiental de los estudiantes de la Universidad de Zaragoza. En concreto se desarrolla un cuestionario estructurado en cuatro partes que será utilizado como base empírica para obtener las conclusiones del estudio. En primer lugar, el cuestionario incorpora algunas preguntas sobre el comportamiento ambiental del entorno familiar de cada estudiante y otras sobre su propio comportamiento. A continuación, incluye algunas cuestiones sobre su actitud individual hacia el medio ambiente. Y, por último, se recogen diferentes preguntas de su opinión sobre la política medioambiental adoptada por las distintas administraciones.

Para llevar a cabo este estudio se ha tomado una muestra de estudiantes de la Universidad de Zaragoza estratificada por sexo y titulación. Este trabajo se plantea con un doble objetivo. En primer lugar, se pretende construir una serie de indicadores que describan las tipologías de cada estudiante universitario frente a la conservación y protección del medio ambiente. En segundo lugar, se desea identificar grupos o patrones de comportamiento ambiental, de actitud hacia el medio ambiente y de opinión sobre política medioambiental entre los estudiantes de las distintas carreras universitarias teniendo en cuenta su género. Para ello se han aplicado técnicas estadísticas multivariantes, más concretamente, el Análisis Factorial como método de reducción de variables y el Análisis Clúster como técnica de clasificación no supervisada que permite

la formación de grupos homogéneos. Este estudio permitirá finalmente conocer qué aspectos podrían mejorar el interés y conseguir una actitud más favorable hacia el cuidado del medio ambiente, entre los jóvenes universitarios que son quienes deben convertirse en agentes de cambio de la sociedad.

El resto del trabajo se organiza como sigue. En las Secciones 2 y 3 se presenta la metodología estadística utilizada. Para ello se comienza en la Sección 2 con una breve revisión de las dos técnicas multivariantes aplicadas en el trabajo: el Análisis Factorial y el Análisis Clúster. Se continúa en la Sección 3 con el diseño del muestreo y del cuestionario y un resumen del estudio detallado de todas las variables analizadas. La Sección 4 presenta los resultados obtenidos con el Análisis Factorial para la muestra seleccionada y la Sección 5 muestra los del Análisis Clúster. Por último, la Sección 6 presenta las conclusiones más relevantes del estudio. Se incluyen además tres anexos. En el primero se recogen las preguntas del cuestionario. El segundo, con el fin de evitar una lectura tediosa del trabajo, presenta los resultados intermedios del análisis estadístico exploratorio realizado. Por último, el anexo tercero muestra los resultados de los análisis factoriales intermedios.

2. REVISIÓN DE LAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS UTILIZADAS

En esta sección se hace una breve descripción de las técnicas utilizadas para llevar a cabo el estudio propuesto en este trabajo, concretamente, el Análisis Factorial y el Análisis Cluster. Para una descripción más detallada de las técnicas ver, por ejemplo, los trabajos de Salvador y Gargallo (2006), Hair y otros (2009) y Pérez (2013).

2.1 ANÁLISIS FACTORIAL

El Análisis Factorial es una técnica multivariante de reducción de variables que sirve para encontrar unos pocos grupos homogéneos a partir de un conjunto numeroso de variables, reduciendo así la dimensión. Esos grupos homogéneos se forman con las variables que correlacionan mucho entre sí y procurando que unos grupos sean independientes de otros.

Para ello, el Análisis Factorial analiza la estructura de interrelación entre un gran número de variables no exigiendo ninguna distinción entre variables dependientes e independientes. A partir de la matriz de datos calcula un conjunto de dimensiones latentes, conocidas como factores, que buscan explicar dichas interrelaciones. El

objetivo es conseguir que la información contenida en la matriz de datos pueda expresarse, sin mucha distorsión, en un número menor de dimensiones.

El Análisis Factorial utiliza un conjunto de variables aleatorias inobservables, que llamaremos factores comunes, de forma que todas las covarianzas o correlaciones son explicadas por dichos factores y cualquier porción de la varianza inexplicada por los factores comunes se asigna a términos de error residuales que llamaremos factores únicos o específicos.

La varianza de cada una de las variables analizadas puede descomponerse en dos partes: la comunalidad que representa la varianza explicada por los factores comunes y la especificidad que representa la parte de la varianza específica de cada variable. Por tanto, son los factores comunes los que explican las relaciones existentes entre las variables del problema y los que tienen interés y son susceptibles de interpretación experimental. Los factores únicos se incluyen en el modelo debido a la imposibilidad de expresar un conjunto de variables en función de un número más reducido de factores.

El Análisis Factorial puede ser exploratorio o confirmatorio. El análisis exploratorio se caracteriza porque no se conocen a priori el número de factores y se determina en la aplicación empírica. Por el contrario, en el análisis confirmatorio los factores están fijados a priori y se utilizan contrastes de hipótesis para su corroboración.

Para realizar un análisis factorial exploratorio se siguen las etapas que se indican a continuación.

2.1.1. Formulación del problema

En esta primera etapa, se aborda la selección de las variables a analizar y la de los individuos que componen la población. Es importante que las variables elegidas recojan los aspectos más relevantes de la temática que se desea investigar, por ello es aconsejable tener una idea clara de los factores comunes que se quieren medir y elegir las variables de acuerdo con ellos y no al revés. En otro caso, se corre el riesgo de que los factores no queden bien estimados por una mala selección de las variables.

Otra cuestión importante es el tamaño y la representatividad de la muestra. Como regla general se debe disponer de al menos cuatro o cinco veces más observaciones que variables.

2.1.2. Análisis de la matriz de correlación

Una vez formulado el problema, el siguiente paso a realizar es examinar la matriz de correlaciones muestrales. Uno de los requisitos que debe cumplirse para que el Análisis Factorial tenga sentido es que las variables estén altamente correlacionadas. Por tanto, si las correlaciones entre todas las variables son bajas, el Análisis Factorial tal vez no sea apropiado. Además, también se espera que las variables que tienen correlación muy alta entre sí la tengan con el mismo factor o factores.

Junto a la observación directa de la matriz de correlación, el grado de asociación de las variables se puede comprobar mediante diferentes indicadores:

- El test de esfericidad de Bartlett contrasta, bajo la hipótesis de normalidad multivariante, si la matriz de correlación de las variables observadas es la identidad.
- Los coeficientes de correlación parcial son indicadores de la fuerza de la relación entre dos variables eliminando la influencia del resto. Si las variables comparten factores comunes, el coeficiente de correlación parcial entre pares de variables deberá ser bajo, puesto que se eliminan los efectos lineales de las otras variables. Las correlaciones parciales son estimaciones de las correlaciones entre los factores únicos y deberían ser próximos a cero cuando el Análisis Factorial es adecuado, ya que, estos factores se supone que están incorrelados entre si.
- La Medida de Adecuación de la Muestra KMO propuesta por Kaiser, Meyer y Olkin está basada en las correlaciones parciales y toma valores entre 0 y 1. Se aconseja que si $KMO \geq 0,75$ la idea de realizar un análisis factorial es buena, si $0,75 > KMO \geq 0,5$ la idea es aceptable y si $KMO < 0,5$ es inaceptable.
- La Medida de Adecuación Muestral para cada variable MSA, se calcula de forma análoga a la medida KMO pero incluyendo sólo los coeficientes de la variable que se desea comprobar.

La experiencia práctica con estos índices indica que es peligroso tomarlos como únicas medidas de adecuación a las hipótesis del modelo del Análisis Factorial, sobre todo si el número de variables consideradas es pequeño. Conviene complementar dicha información con otras fuentes como pueden ser las comunalidades de cada variable, los residuos del modelo y la interpretabilidad de los factores obtenidos.

2.1.3. Extracción de factores

Una vez determinado que el Análisis Factorial es una técnica apropiada para analizar los datos, se selecciona el método adecuado para la extracción de los factores. Existen diversos métodos cada uno de ellos con sus ventajas e inconvenientes. A continuación mencionamos algunos de ellos:

- El Método de las Componentes Principales consiste en estimar las puntuaciones factoriales mediante las puntuaciones tipificadas de las primeras componentes principales y la matriz de cargas factoriales mediante las correlaciones de las variables originales con dichas componentes.
- El Método de la máxima verosimilitud está basado en la hipótesis de normalidad multivariante y consiste en aplicar el método de la máxima verosimilitud. Por tanto, tiene todas las propiedades estadísticas de éste y permite seleccionar el número de factores mediante contrastes de hipótesis.
- El Método de las Ejes Principales está basado en la identidad fundamental del Análisis Factorial sustituyendo la matriz de correlaciones poblacionales por la de correlaciones muestrales.
- El Método de mínimos cuadrados no ponderados se basa en minimizar la suma de las diferencias al cuadrado entre las matrices de correlación observada y la reproducida, eliminando, en dichas diferencias, los elementos de la diagonal.
- El Método de mínimos cuadrados generalizados que minimiza el mismo criterio pero ponderando las correlaciones inversamente por la varianza del factor específico. Este método permite, además, aplicar contrastes de hipótesis para determinar el número de factores.

2.1.4. Determinación del número de factores

Una vez extraídos todos los factores, uno de los problemas que se plantea consiste en determinar el número de factores que conviene conservar para verificar el principio de parsimonia. Se han proporcionado diversas reglas y criterios para determinar el número de factores a conservar y algunos de los más utilizados son: el criterio de determinación a priori, la Regla de Kaiser, el criterio de la media geométrica, el criterio de la determinación según el porcentaje de varianza, el gráfico de sedimentación, el criterio de la determinación según pruebas de significación.

2.1.5. Rotación de factores

La rotación se utiliza con la finalidad de obtener factores más fácilmente interpretables. Existen métodos de rotación ortogonal (Varimax, Quartimax, Equamax,...) y métodos de rotación oblicua (Oblimin, Promax,...), según que los factores rotados sigan siendo ortogonales o no. En la rotación ortogonal, los ejes se rotan de forma que quede preservada la incorrelación entre los factores. Conviene hacer notar que tanto en la rotación ortogonal, como en la rotación oblicua, la comunalidad de cada variable no se modifica, es decir, la rotación no afecta a la bondad de ajuste de la solución factorial. Aunque cambie la matriz factorial, las especificidades no cambian y, por tanto, las comunalidades permanecen inalteradas.

2.1.6. Interpretación de factores

Determinado el número de factores se procede a la interpretación de los mismos a partir de las variables originales del problema. En la fase de interpretación juega un papel fundamental la teoría existente sobre el tema. Para facilitar la interpretación de los factores conviene identificar las variables cuyas correlaciones con el factor son las más elevadas en valor absoluto con el fin de poder proporcionar un nombre a los factores de acuerdo con la estructura de sus correlaciones con las variables originales. Si dicha correlación es positiva (resp. negativa) la relación entre el factor y dicha variable es directa (resp. inversa). Analizando con qué variables tiene una relación fuerte es posible, en muchos casos, hacerse una idea más o menos clara de cuál es el significado de un factor. Ordenar la matriz factorial de tal forma que las variables con cargas altas para el mismo factor aparezcan juntas y eliminar las cargas factoriales bajas, puede facilitar la interpretación de los resultados.

2.1.7. Puntuaciones factoriales

Una vez que ya se han obtenido los factores definitivos, el siguiente paso es calcular la matriz de puntuaciones factoriales. Mediante las puntuaciones factoriales se pueden conocer qué individuos son los más raros o extremos, permitiendo así la detección casos atípicos. También es posible conocer dónde se ubican ciertos grupos o subcolectivos de la muestra o conocer en qué factor sobresalen unos sujetos y en qué factor no. Cuestiones que pueden ayudar a entender la aparición de los factores comunes determinados.

No obstante, el Análisis Factorial también es en muchas ocasiones un paso previo a otros análisis, como por ejemplo, el Análisis Clúster. En estos casos, el conjunto de variables originales es sustituido por los factores obtenidos y, por ello, es necesario conocer los valores que toman los factores en cada observación.

Existen en la literatura diversos métodos para obtener las puntuaciones factoriales y SPSS ofrece la posibilidad de utilizar tres de ellos: regresión, Bartlett y Anderson y Rubin.

2.2 ANÁLISIS CLUSTER

El Análisis Clúster es una técnica multivariante que tiene como objetivo obtener grupos o conglomerados, de forma que, los individuos pertenecientes a un mismo grupo sean muy similares entre si y los individuos de grupos diferentes sean distintos. Es decir, los conglomerados obtenidos deben mostrar un alto grado de homogeneidad interna y un alto grado de heterogeneidad externa. El Análisis clúster es una técnica de aprendizaje no supervisado y eminentemente exploratoria, es decir, es muy adecuada para extraer información de un conjunto de datos sin imponer restricciones previas en forma de modelos estadísticos, patrones o teorías previamente establecidas.

2.2.1. Formulación del problema

En esta primera etapa, se aborda la selección de las variables a analizar y la de los individuos de la población. La parte más importante de la formulación del problema es la selección de las variables en las que se basa la agrupación. La inclusión de una o más variables irrelevantes puede distorsionar una solución de agrupación que de otra forma podría ser útil. Básicamente, el conjunto de variables seleccionado debe describir la similitud entre los objetos en términos relevantes para el problema. Como ya se ha comentado previamente en la subsección 2.1.7 puede resultar interesante factorizar previamente las variables y realizar el análisis clúster con factores en lugar de con variables.

Las variables pueden ser cuantitativas y cualitativas pero a la hora de realizar el análisis clúster las variables elegidas tienen que estar medidas en las mismas unidades. Además, hay que tener mucho cuidado con la multicolinealidad, ya que las variables que son multicolineales están implícitamente ponderadas con más fuerza.

Conviene hacer notar que la bondad de los resultados del análisis clúster depende directamente de la calidad de los datos considerados, es decir, de los individuos

seleccionados. El análisis clúster es muy sensible a la presencia de individuos muy diferentes del resto (atípicos).

En la siguiente subsección se presentan los diferentes tipos de métodos de clasificación que existen en la literatura.

2.2.2. Métodos de clasificación

Los Métodos Jerárquicos son aquellos en los que en cada paso del algoritmo sólo un individuo cambia de grupo y los grupos están anidados en los de pasos anteriores. Si un individuo ha sido asignado a un grupo ya no cambia más de grupo.

Los Métodos de repartición tienen un número de grupos fijado de antemano y agrupa los individuos para obtener ese número de grupos. Comienzan con una solución inicial y los individuos se reagrupan de acuerdo con algún criterio de optimalidad.

Los Métodos tipo Q son similares al análisis factorial y utilizan las variables como objetos y los objetos como variables.

Los Procedimientos de localización de modas agrupan los objetos en torno a modas con el fin de obtener zonas de gran densidad de objetos separadas unas de otras por zonas de poca densidad.

En la subsección siguiente se proporciona una breve descripción de los métodos jerárquicos.

2.2.3. Métodos jerárquicos

Estos métodos consisten en procedimientos de agrupación que se caracterizan por el desarrollo de una jerarquía o estructura en forma de árbol. En cada paso del algoritmo sólo un objeto cambia de grupo y los grupos están anidados en los de pasos anteriores. Si un objeto ha sido asignado a un grupo ya no cambia más de grupo.

Una vez establecidas las variables y los individuos a clasificar, la primera etapa de este método es la selección de una medida de proximidad o de distancia entre los individuos que cuantifique su grado de similaridad.

2.2.3.1. Selección de una medida de similaridad o de distancia

Las medidas de proximidad, similitud o semejanza miden el grado de semejanza entre dos objetos de forma que, cuanto mayor (resp. menor) es su valor, mayor (resp. menor) es el grado de similaridad existente entre ellos y con más (resp. menos) probabilidad los métodos de clasificación tenderán a ponerlos en el mismo grupo.

Las medidas de disimilitud, desemejanza o distancia miden la distancia entre dos objetos de forma que, cuanto mayor (resp. menor) sea su valor, más (resp. menos) diferentes son los objetos y menor (resp. mayor) la probabilidad de que los métodos de clasificación los pongan en el mismo grupo.

En la literatura existen multitud de medidas de semejanza y de distancia dependiendo del tipo de variables y datos considerados.

Determinada la matriz de semejanza o distancia entre individuos, la siguiente etapa es la selección del método de conglomeración.

2.2.3.2. Selección del método de conglomeración

Estos métodos proporcionan diversos criterios para determinar, en cada paso del algoritmo, qué grupos se deben unir. Cabe destacar los siguientes:

El enlace simple o vecino más próximo mide la proximidad entre dos grupos calculando la distancia entre sus individuos más próximos o la similitud entre los más semejantes.

El enlace completo o vecino más alejado mide la proximidad entre dos grupos calculando la distancia entre sus individuos más lejanos o la similitud entre los menos semejantes.

El enlace medio entre grupos mide la proximidad entre dos grupos calculando la media de las distancias entre individuos de ambos grupos o la media de las similitudes entre individuos de ambos grupos.

El enlace medio dentro de los grupos mide la proximidad entre dos grupos con la distancia media existente entre los miembros del grupo unión de los dos grupos.

La agrupación de centroides mide la proximidad entre dos grupos calculando la distancia entre sus medias para todas las variables.

La agrupación de medianas mide la proximidad entre dos grupos calculando la distancia entre sus medianas.

El enlace medio de Ward mide la proximidad entre dos grupos minimizando la distancia euclídea al cuadrado a las medias de los conglomerados.

Una vez seleccionado el método de conglomeración, hay que decidir un modo de determinar el número de grupos.

2.2.3.3. Determinación del número de grupos

Existen diversos métodos en la literatura, algunos están basados en la reconstrucción de la matriz de distancias original, otros en los coeficientes de concordancia de Kendall y otros realizan análisis de la varianza entre los grupos obtenidos. No existe un criterio universalmente aceptado.

Dado que la mayor parte de los paquetes estadísticos proporcionan las distancias de aglomeración, es decir, las distancias a las que se forma cada grupo, una forma de determinar el número de grupos consiste en localizar en qué iteraciones del método utilizado dichas distancias pegan grandes saltos o bien utilizar el criterio de Mojena. También se puede calcular la tasa de variación entre los coeficientes de conglomeración obtenidos en etapas sucesivas y se detiene cuando el incremento en la tasa es drásticamente superior a la anterior.

Una vez que se han determinado los grupos interesa saber interpretarlos.

2.2.3.4. Interpretación de los grupos

La interpretación de los grupos se puede llevar a cabo realizando ANOVAs y MANOVAs con el fin de ver qué grupos son significativamente distintos y en qué variables lo son, o bien realizando tablas de contingencia entre clústeres cuando se usan variables categóricas.

Además de los métodos jerárquicos, también son muy utilizados los no jerárquicos que se describen brevemente en la subsección siguiente.

2.2.4. Métodos no jerárquicos

Este tipo de métodos es conveniente utilizarlo cuando los datos a clasificar son muchos y/o para refinar una clasificación obtenida utilizando un método jerárquico. En este caso, se supone que el número de grupos es conocido a priori. Existen varias formas de implementarlos pero todas ellas siguen, básicamente, los siguientes pasos:

- 1) Se seleccionan tantas semillas como número de grupos se desean obtener
- 2) Se asigna cada observación al grupo cuya semilla es la más cercana
- 3) Se calculan los puntos semillas de cada uno de los nuevos grupos obtenidos
- 4) Se iteran los pasos 2) y 3) hasta que se satisfaga un criterio de parada como, por ejemplo, que los puntos semillas apenas cambian o que los grupos obtenidos en dos iteraciones consecutivas son los mismos.

Estos métodos suelen ser muy sensibles a la solución inicial dada por lo que es conveniente utilizar una que sea buena. Una forma de construirla es mediante una clasificación obtenida por un algoritmo jerárquico.

Un método recientemente incorporado en el paquete estadístico SPSS es el bietápico que se describe a continuación.

2.2.5. Métodos bietápicos

El método de clasificación bietápico es una técnica exploratoria diseñada para conseguir agrupaciones naturales. El algoritmo empleado tiene algunas características importantes que lo diferencian de las dos técnicas tradicionales anteriores:

- La habilidad para crear clústeres basados en variables categóricas y continuas.
- Elección automática del número de clústeres.
- La habilidad para analizar eficientemente bases de datos grandes

Para manejar las variables categóricas y continuas, el procedimiento usa una medida de distancia probabilística, la log-verosimilitud, que asume que las variables en el modelo son independientes, además se supone que las variables continuas siguen una distribución normal y cada variable categórica se asume que sigue una distribución multinomial. La experiencia empírica ha demostrado que el procedimiento es bastante robusto frente a las violaciones tanto del supuesto de independencia como de las distribuciones, pero aun así es preciso tener en cuenta hasta qué punto se cumplen estos supuestos mediante correlaciones bivariadas, tablas de contingencia, contrastes de normalidad, etc. No obstante, también se puede utilizar la distancia euclídea cuando no existen variables discretas.

El procedimiento consta de dos fases, una preclasificación y un refinamiento de dicha agrupación mediante un algoritmo jerárquico aglomerativo.

La primera fase consiste en un procedimiento de clasificación secuencial que explora los datos una única vez, decidiendo para cada caso, si debe incorporarse en un grupo ya existente o crear un nuevo grupo. Como resultado se obtiene un árbol cuyos nodos hojas representan los distintos grupos. Cada nodo hoja contiene el número de casos del grupo, la media y varianza de cada variable continua y la distribución de frecuencias de cada variable discreta. SPSS permite controlar el número máximo de ramas por nodo y la profundidad máxima del árbol. Este procedimiento permite la detección opcional de atípicos.

La segunda fase se realiza mediante un procedimiento jerárquico aglomerativo aplicado a la clasificación obtenida en la primera fase. Utiliza como criterios de aglomeración los criterios AIC o BIC que permiten decidir el número de grupos.

3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

3.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La población está compuesta por los 29611 estudiantes de la Universidad de Zaragoza, de los que 15752 son mujeres y 13859 hombres. Como no es posible abordar el estudio para la población completa, se realiza un muestreo aleatorio. Con el fin de que el trabajo de campo no sea excesivo, hemos optado por fijar un error del 7% con un nivel de confianza del 90%, obteniendo así un tamaño muestral de 139 estudiantes. Además, como nos interesa analizar la influencia de las variables sexo y titulación sobre el comportamiento ambiental, actitudes hacia el medio ambiente y política medioambiental de los estudiantes, se ha optado por seleccionar una muestra estratificada por sexo y titulación mediante una afijación proporcional. La tabla 1 contiene la distribución de la muestra seleccionada por titulación y sexo.

Tabla 1: Distribución de la muestra estratificada por sexo y titulación

	Tamaño 139	
	Mujer	Hombre
Filosofía	11	7
Derecho	8	5
Educación	8	2
Sociales	6	3
Economía	12	12
Ciencias	5	5
Ingeniería	8	22
Medicina	7	3
Veterinaria	5	2
Salud	6	2
Total	76	63

3.2. DISEÑO DEL CUESTIONARIO

Una vez elegidos los estudiantes se les pasa un cuestionario bajo el título “Percepción ambiental de los estudiantes de la Universidad de Zaragoza” que consta de 28 preguntas (ver Anexo I), estructuradas en cuatro bloques que recogen los siguientes aspectos:

- Bloque 1: Cuestiones sobre el comportamiento ambiental del entorno familiar del estudiante.

- Bloque 2: Cuestiones sobre el comportamiento ambiental del estudiante
- Bloque 3: Cuestiones sobre la actitud del estudiante hacia el medio ambiente.
- Bloque 4: Cuestiones sobre la opinión del estudiante sobre la política medioambiental adoptada por las distintas administraciones y algunas de las posibles soluciones.

3.3.ANALISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES

Una vez descrito el procedimiento de muestreo y el contenido del cuestionario, en esta subsección se presenta un análisis exploratorio descriptivo de los datos mediante técnicas estadísticas univariantes con el fin de organizar, visualizar y obtener las primeras conclusiones a partir de un análisis de cada variable de forma individualizada. Para ello, aquellas variables correspondientes a preguntas con respuestas en una escala de 0 a 10 se han categorizado en tres grupos. De este modo, al tratarse de variables cualitativas, todos los resultados se presentan mediante tablas de frecuencias y diagrama de barra o sectores que se han realizado con el paquete estadístico SPSS 22.

Además, también se realiza un análisis exploratorio bidimensional con el objetivo de estudiar las relaciones entre algunas de las variables. Los detalles de ambos estudios se muestran en el Anexo II.

Como resumen, del análisis unidimensional de los datos se observa que los estudiantes tienen un comportamiento más respetuoso con el medio ambiente que su entorno familiar. También se comprueba que el reciclado es la medida de protección del medio ambiente más utilizada, posiblemente como resultado de las muchas campañas que ha venido haciendo el gobierno.

En cuanto a las actitudes individuales hacia el medio ambiente, se ha obtenido que mayoritariamente los estudiantes no participan en organizaciones o actividades a favor de proteger el medio ambiente ni se interesan demasiado por las noticias sobre la conservación y mejora de medio ambiente, sin embargo, sí que estarían dispuestos a tomar medidas como pagar más por productos ecológicos, renunciar al uso de su vehículo en determinados momentos o prohibir hacer fuego para barbacoas...en bosques y campos.

Por último, los estudiantes en general creen que el gobierno no se preocupa mucho por los problemas del medio ambiente, consideran que es importante la educación en temas medioambientales y que la legislación debería poner más sanciones tanto a empresas como a individuos que no respeten el medio ambiente.

Por otro lado, como resumen del análisis bidimensional realizado se observa que el comportamiento en el hogar de los hombres y de las mujeres es similar, destacando que en los hogares de las mujeres se utilizan más medidas para ahorrar en el consumo de agua y más bombillas de bajo consumo. Además, son las mujeres las que tienen una actitud mucho más positiva con respecto al medio ambiente. Sin embargo, tanto hombres como mujeres han participado pocas veces en organizaciones o actividades a favor de proteger al medio ambiente.

Por titulación, son los estudiantes de Filosofía, Derecho y Economía los que tienen un comportamiento ambiental similar siendo los que menos reciclan los residuos y los que utilizan menos electrodomésticos eficientes. Por otra parte, los estudiantes de Ciencias, Ingeniería, Medicina y Veterinaria tienen un comportamiento ambiental similar y son los que reciclan en mayor medida.

En cuanto al medio de transporte con el que se desplazan a la facultad, en general la mayor parte se desplazan utilizando el tranvía salvo los titulados en Salud y Veterinaria que recurren al autobús o van a pie. El coche sólo es utilizado por los estudiantes de Sociales e Ingeniería y la moto sólo por los estudiantes de Economía.

Por último, en cuanto a la administración que sienten que debería preocuparse más sobre el cuidado del medio ambiente, los estudiantes de Filosofía, Derecho y Sociales consideran que es la administración local, mientras que son los estudiantes de Medicina, Veterinaria y Salud los que consideran que es la administración Europea. Además, todas las titulaciones creen que el gobierno no se preocupa lo suficiente sobre los problemas medio ambientales y que se podrían llevar a cabo mejoras en educación siendo los estudiantes de Ciencias junto con los de Educación los más preocupados al respecto.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL

En esta sección se construyen los indicadores que se van a utilizar para describir las tipologías de cada estudiante universitario frente a la conservación y protección del medio ambiente. Debido a que el número inicial de variables es muy elevado, este proceso lo hemos llevado a cabo en dos etapas. En una primera fase hemos realizado diversos análisis factoriales intermedios dentro de cada bloque de preguntas que nos han permitido pasar de las 44 variables originales a 15 factores, facilitando la comprensión e interpretación del análisis posterior. A continuación se describen los 15 factores encontrados.

- FACTOR HOGAR (F1).- Este indicador recoge el comportamiento medioambiental de los miembros del hogar del estudiante en cuanto a reciclado, uso de electrodomésticos eficientes, bombillas de bajo consumo, ahorro de agua.
- FACTOR INDIVIDUO (F2).- Este indicador recoge el comportamiento medioambiental del estudiante en cuanto a reciclado y a despilfarro de agua y energía.
- FACTOR ACTITUD POSITIVA (F3).- Este indicador recoge la percepción del estudiante sobre su responsabilidad con el medio ambiente.
- FACTOR ESPACIO (F4).- Este indicador recoge aquellos motivos relacionados con la tenencia de un espacio propio para el almacenaje de residuos y que dificultan el reciclaje.
- FACTOR TIEMPO (F5).- Este indicador recoge aquellos motivos relacionados con la tenencia de tiempo para separar los residuos y que dificultan el reciclaje.
- FACTOR IMPLICACIÓN (F6).- Este indicador recoge aquellos sacrificios que el estudiante estaría dispuesto a realizar para el cuidado y protección del medio ambiente.
- FACTOR RESPONSABILIDAD EMPRESARIAL (F7).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre la responsabilidad empresarial con la protección del medio ambiente.
- FACTOR EDUCACIÓN MEDIOAMBIENTAL (F8).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre la importancia de la educación medioambiental para conseguir una mayor concienciación y un mayor progreso económico.
- FACTOR CONTAMINACIÓN INTERIOR (F9).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre el grado de contaminación de las pequeñas y medias empresas frente a las grandes ciudades.
- FACTOR CONTAMINACIÓN EXTERIOR (F10).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre el grado de contaminación de las grandes empresas frente a al parque automovilístico.
- FACTOR CIUDAD AGUA - EMISIONES (F11).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre el despilfarro de agua y las emisiones de CO₂ como los motivos que perjudican más al medio ambiente en las ciudades.

- FACTOR CIUDAD RESIDUOS (F12).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre la generación de residuos como el motivo que perjudica más al medio ambiente en las ciudades.
- FACTOR CIUDAD RUIDO - ENERGÍA (F13).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre la contaminación acústica y el despilfarro de energía como los motivos que perjudican más al medio ambiente en las ciudades.
- FACTOR EMPRESA DESPILFARROS (F14).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre la generación de residuos, la contaminación acústica y los despilfarros de agua y energía como los motivos que perjudican más al medio ambiente en las empresas.
- FACTOR EMPRESA EMISIONES (F15).- Este indicador recoge la opinión del estudiante sobre las emisiones de CO₂ como el motivo que perjudican más al medio ambiente en las empresas.

El análisis detallado de la obtención de estos 15 factores intermedios se encuentra en el ANEXO III.

En una segunda fase de este estudio se ha realizado un análisis factorial con los 15 factores anteriores con el fin de obtener los indicadores finales que describan las distintas tipologías de estudiantes. A continuación presentamos los resultados de este análisis.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos al analizar la matriz de correlación mediante el programa SPSS 22. Se observa que existen correlaciones altas entre algunos factores, indicando la posibilidad de reducir la dimensión. La tabla 3 que contiene el test de esfericidad de Bartlett y la medida de adecuación de la muestra KMO corroboran este hecho. Se observa que un valor del KMO = 0,609 lo que significa que al encontrarse entre 0,5 y 0,75, la idea de realizar un análisis factorial es buena. Por su parte, el test de esfericidad de Bartlett, rechaza la hipótesis de diagonalidad de la matriz de correlación indicando que sí existen relaciones significativas entre las variables. La tabla 4 presenta la matriz de correlación anti-imagen que contiene en la diagonal las medidas de adecuación muestral de cada variable, se observa que, en general, los valores no son pequeños por lo que no nos planteamos eliminar ninguna variable del análisis.

Tabla 2: Matriz de correlaciones entre los 15 factores intermedios

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
F1	1,000	,591	,419	,143	,274	,415	,122	,251	-,151	-,190	-,097	-,012	,012	-,128	-,055
F2	,591	1,000	,499	,250	,060	,423	,285	,365	,130	-,205	-,242	-,031	,099	,008	-,151
F3	,419	,499	1,000	,274	,231	,437	-,006	,234	,134	-,162	,055	,076	,102	,134	,022
F4	,143	,250	,274	1,000	,000	,356	,017	,260	,185	-,174	,019	-,154	,100	,079	,227
F5	,274	,060	,231	,000	1,000	-,030	-,150	-,051	-,048	-,329	,008	,198	-,149	-,005	,073
F6	,415	,423	,437	,356	-,030	1,000	,000	,420	,016	-,038	-,052	-,032	,257	,075	-,078
F7	,122	,285	-,006	,017	-,150	,000	1,000	,287	-,019	-,216	-,317	,001	-,029	-,236	-,236
F8	,251	,365	,234	,260	-,051	,420	,287	1,000	-,168	-,029	-,171	-,002	,198	,124	-,066
F9	-,151	,130	,134	,185	-,048	,016	-,019	-,168	1,000	,000	-,016	,119	,095	-,108	,210
F10	-,190	-,205	-,162	-,174	-,329	-,038	-,216	-,029	,000	1,000	,126	,055	,186	-,008	,031
F11	-,097	-,242	,055	,019	,008	-,052	-,317	-,171	-,016	,126	1,000	,000	,000	,308	,243
F12	-,012	-,031	,076	-,154	,198	-,032	,001	-,002	,119	,055	,000	1,000	,000	-,071	-,234
F13	,012	,099	,102	,100	-,149	,257	-,029	,198	,095	,186	,000	,000	1,000	,213	,040
F14	-,128	,008	,134	,079	-,005	,075	-,236	,124	-,108	-,008	,308	-,071	,213	1,000	,000
F15	-,055	-,151	,022	,227	,073	-,078	-,236	-,066	,210	,031	,243	-,234	,040	,000	1,000

Tabla 3: Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,609
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	463,596
	Gl	105
	Sig.	0

Tabla 4: Matrices anti-imagen

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
F1	,633 ^a	-,498	-,098	,045	-,248	-,232	,006	,036	,315	,018	-,095	,013	-,008	,254	-,077
F2	-,498	,681 ^a	-,279	-,051	,094	-,034	-,167	-,146	-,292	,045	,191	,092	,011	-,148	,155
F3	-,098	-,279	,798 ^a	-,068	-,172	-,223	,035	-,018	-,108	,029	-,129	-,091	,004	-,104	-,038
F4	,045	-,051	-,068	,729 ^a	,034	-,224	,019	-,156	-,151	,163	-,030	,110	,016	-,018	-,202
F5	-,248	,094	-,172	,034	,482 ^a	,141	,213	,001	,049	,333	,072	-,242	,073	-,016	-,105
F6	-,232	-,034	-,223	-,224	,141	,728 ^a	,191	-,271	-,037	,008	-,005	,034	-,178	,048	,161
F7	,006	-,167	,035	,019	,213	,191	,566 ^a	-,288	-,009	,257	,086	-,003	-,022	,244	,162
F8	,036	-,146	-,018	-,156	,001	-,271	-,288	,657 ^a	,269	-,102	,133	-,109	-,080	-,161	-,122
F9	,315	-,292	-,108	-,151	,049	-,037	-,009	,269	,316 ^a	,008	,028	-,214	-,107	,153	-,251
F10	,018	,045	,029	,163	,333	,008	,257	-,102	,008	,555 ^a	-,082	-,101	-,168	,123	-,024
F11	-,095	,191	-,129	-,030	,072	-,005	,086	,133	,028	-,082	,603 ^a	-,073	,073	-,311	-,196
F12	,013	,092	-,091	,110	-,242	,034	-,003	-,109	-,214	-,101	-,073	,365 ^a	-,030	,086	,296
F13	-,008	,011	,004	,016	,073	-,178	-,022	-,080	-,107	-,168	,073	-,030	,638 ^a	-,217	-,067
F14	,254	-,148	-,104	-,018	-,016	,048	,244	-,161	,153	,123	-,311	,086	-,217	,414 ^a	,114
F15	-,077	,155	-,038	-,202	-,105	,161	,162	-,122	-,251	-,024	-,196	,296	-,067	,114	,465 ^a

Por tanto, una vez que hemos determinado la bondad del Análisis Factorial como técnica para analizar nuestro conjunto de datos, seleccionamos el Método de Componentes Principales para extraer los factores comunes. En la tabla 5 aparecen las comunalidades y vemos que todas toman valores por encima del 50%.

Tabla 5: Comunalidades		
	Inicial	Extracción
F1	1	0,603
F2	1	0,681
F3	1	0,645
F4	1	0,57
F5	1	0,68
F6	1	0,613
F7	1	0,593
F8	1	0,559
F9	1	0,801
F10	1	0,532
F11	1	0,537
F12	1	0,717
F13	1	0,502
F14	1	0,546
F15	1	0,629

Para determinar el número de factores, hemos utilizado el método de la varianza total explicada junto con la regla de Kaiser (ver Tabla 6) y el gráfico de sedimentación (ver Figura 1). Tanto el criterio de los valores propios superiores a uno como el gráfico de sedimentación sugieren la presencia de cinco factores que explican un 20,3%, 12,8%, 10,8%, 9,2% y 8,3%, de la variación total de los datos, respectivamente. En conjunto explican un 61,3% de dicha variación.

A continuación aplicamos una rotación varimax con el fin de interpretar mejor los indicadores obtenidos. La Tabla 7 contiene la matriz de componentes rotadas una vez ordenados los factores y eliminadas las cargas bajas. Esta matriz nos muestra la composición de cada factor y, por tanto, nos ayuda a determinarlos.

Tabla 6: Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,043	20,286	20,286	3,043	20,286	20,286
2	1,915	12,765	33,052	1,915	12,765	33,052
3	1,623	10,822	43,874	1,623	10,822	43,874
4	1,376	9,174	53,047	1,376	9,174	53,047
5	1,251	8,339	61,387	1,251	8,339	61,387
6	,983	6,556	67,943			
7	,818	5,451	73,394			
8	,781	5,207	78,601			
9	,712	4,746	83,347			
10	,596	3,972	87,319			
11	,478	3,184	90,503			
12	,450	3,001	93,504			
13	,402	2,678	96,182			
14	,331	2,207	98,389			
15	,242	1,611	100,000			

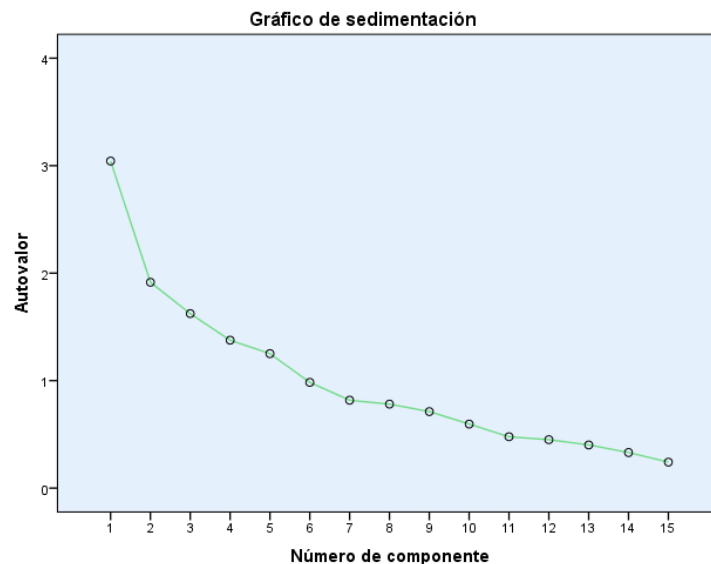


Figura 1: Gráfico de sedimentación

- El indicador 1 podemos denominarlo “Comportamiento y actitud” ya que está fuertemente relacionado con los factores intermedios F1, F2, F3, F4 y F5. Este indicador recoge aspectos generales relacionados con comportamientos y actitudes de los individuos frente al medio ambiente.
- El indicador 2 podemos denominarlo “Compromiso” puesto que está relacionado con los factores intermedios F6, F7 y F8 que recogen aspectos como la implicación, responsabilidad y educación medioambiental.

- El indicador 3 podemos denominarlo “Contaminación” debido a su relación con los factores intermedios F9 y F10. Por tanto, este indicador está recogiendo la opinión del estudiante sobre la contaminación en las ciudades.
- El indicador 4 podemos denominarlo “Residuos” por esta relacionado principalmente con el factor F12 que recoge la opinión del estudiante sobre la generación de residuos como motivo que perjudica al medio ambiente en las ciudades.
- El indicador 5 podemos denominarlo “Ruido y Energía” por esta relacionado principalmente con el factor F13 que recoge la opinión del estudiante sobre la contaminación acústica y el despilfarro de energía como motivos que perjudican al medio ambiente en las ciudades.

Tabla 7: Matriz de componentes rotadas

	Componente				
	1	2	3	4	5
F1	,760				
F2	,759				
F3	,727				
F4	,661				
F5	,600				
F6		-,742			
F7		,722			
F8		,607			
F9			-,725		
F10			,651		
F11			,599		
F12				,881	
F13					,825
F14				,457	-,533
F15	,468				-,497

Una vez contruidos los 5 indicadores que nos han permitido reducir la información contenida en nuestra matriz de datos (inicialmente 44 variables), en la sección siguiente vamos a presentar los resultados del análisis clúster que nos permitirá determinar grupos homogéneos de estudiantes en cuanto a su comportamiento ambiental, su actitud e implicación con los problemas del medio ambiente y su opinión sobre la política medioambiental adoptada por las administraciones.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CLÚSTER

De los métodos presentados en la subsección 2.2.2 en este trabajo hemos optado por el análisis clúster bietápico (ver subsección 2.2.5). La construcción de los grupos se basa en la información contenida en los 5 indicadores finales obtenidos en la sección anterior: “Comportamiento y actitud”, “Compromiso”, “Contaminación”, “Residuos” y “Ruido y Energía”. La medida de distancia que hemos usado es la log-verosimilitud que supone que las variables son independientes y que siguen una distribución normal. Como criterio de selección de modelos para obtener las diferentes soluciones de conglomeración hemos usado el BIC y ha determinado automáticamente que el número óptimo de conglomerados es 4.

La Figura 2 que contiene la tabla con el resumen del modelo de clúster bietápico nos indica que se han formado 4 clústeres con los 5 indicadores como variables de entrada. El gráfico de calidad del clúster, es una medida de silueta de la cohesión y separación de los clústeres sombreada para indicar resultados pobres, correctos o buenos. En nuestro caso la Figura 2 indica que el resultado es correcto.

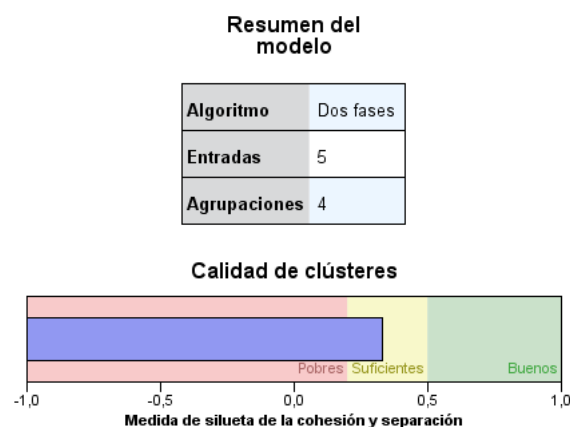
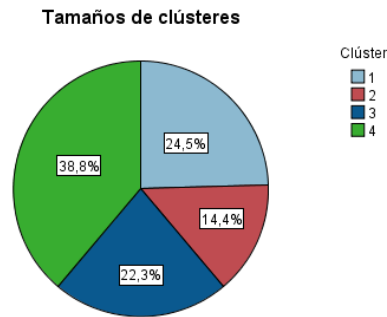


Figura 2: Resumen del modelo del análisis clúster bietápico

En la Figura 3 se muestra el gráfico de sectores con la composición de los grupos y se observa que el 38,8% (54) de los estudiantes se han asignado al cuarto clúster, el 24,5% (34) al primero, el 22,3% (31) al tercero y el 14,4% (20) al segundo.



Tamaño del clúster más pequeño	20 (14,4%)
Tamaño del clúster más grande	54 (38,8%)
Razón de tamaños: Del clúster más grande al clúster más pequeño	2,70

Figura 3: Vista del tamaño de clústeres

Esta salida también muestra una tabla con el tamaño del clúster más pequeño, 20 estudiantes (14,4%), el tamaño del clúster mayor, 54 estudiantes (38,8%) y la proporción entre el tamaño del mayor clúster y el del menor que es de 2,70.

La Figura 4 muestra un diagrama de barras con la importancia relativa de cada indicador en la estimación del modelo. Así, vemos que en la formación de los grupos, el factor más importante es el indicador “compromiso” seguido del indicador “comportamiento y actitud” y el factor menos importante es el indicador “contaminación”.

La Figura 5 presenta un gráfico que permite comparar los clústeres mostrando los 5 indicadores en las filas y los 4 conglomerados en las columnas. Esta visualización ayuda a entender mejor la composición de cada conglomerado, y permite ver las diferencias entre ellos no sólo con respecto a los datos generales, sino entre sí.

Se observa que el grupo 1 está formado por estudiantes que puntúan muy bajo en los indicadores “compromiso”, “ruido y energía” y “residuos”; tienen una puntuación intermedia en el indicador “comportamiento y actitud” y alta en el indicador “contaminación”.

El grupo 2 está formado por estudiantes que puntúan muy bajo en los indicadores “contaminación”, “ruido y energía” y “residuos”; tienen una puntuación intermedia en el indicador “comportamiento y actitud”, y alta en el indicador “compromiso”.

El grupo 3 está formado por estudiantes que puntúan muy bajo en los indicadores “comportamiento y actitud” y “contaminación”; tienen una puntuación intermedia en los indicadores “ruido y energía” y “compromiso” y alta en el indicador “residuos”.

Por último, el grupo 4 está formado por estudiantes que tienen una puntuación intermedia en los indicadores “compromiso” y “contaminación” y alta en los indicadores “comportamiento y actitud”, “ruido y energía” y “residuos”.

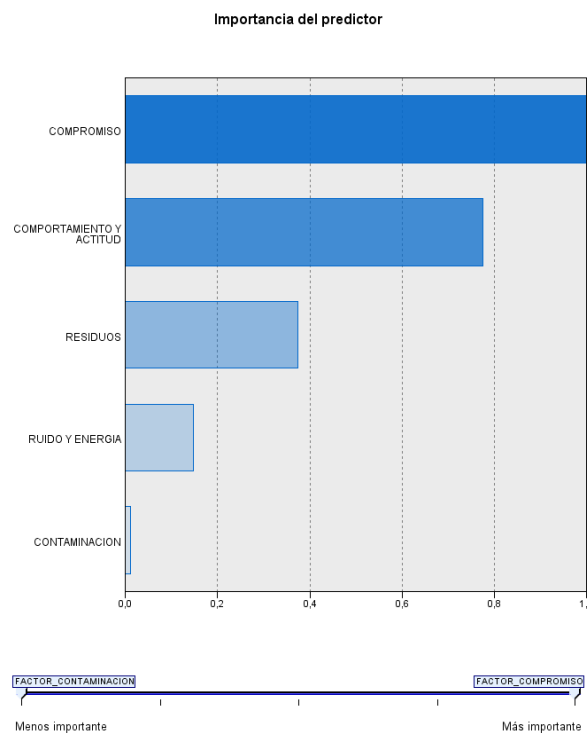


Figura 4: Vista Importancia de los predictores

La Figura 6 representa conjuntamente los diagramas de caja de los 5 indicadores por grupos y las Figuras 7, 8, 9, 10 y 11 los diagramas de cajas y barras de error para cada uno de los indicadores individuales, a saber, “Comportamiento y actitud”, “Compromiso”, “Contaminación”, “Residuos” y “Ruido y Energía”, respectivamente. Se puede observar que las seis figuras corroboran las composiciones anteriores de los grupos.

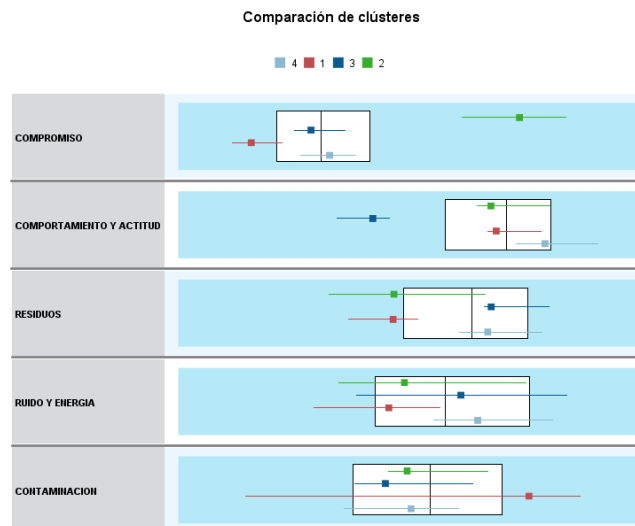


Figura 5: Vista comparación de clústeres

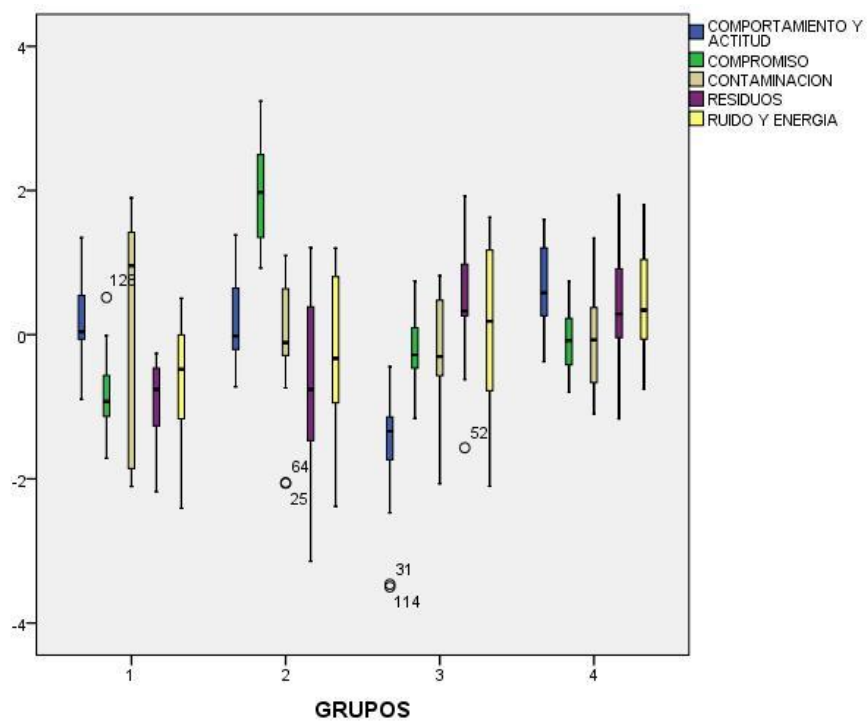


Figura 6: Diagramas de cajas de los 5 indicadores por grupos

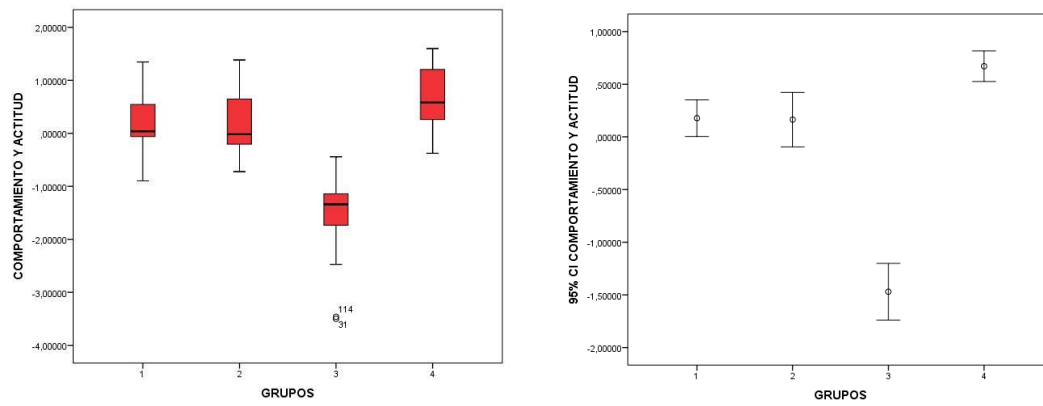


Figura 7: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “comportamiento y actitud” por grupos

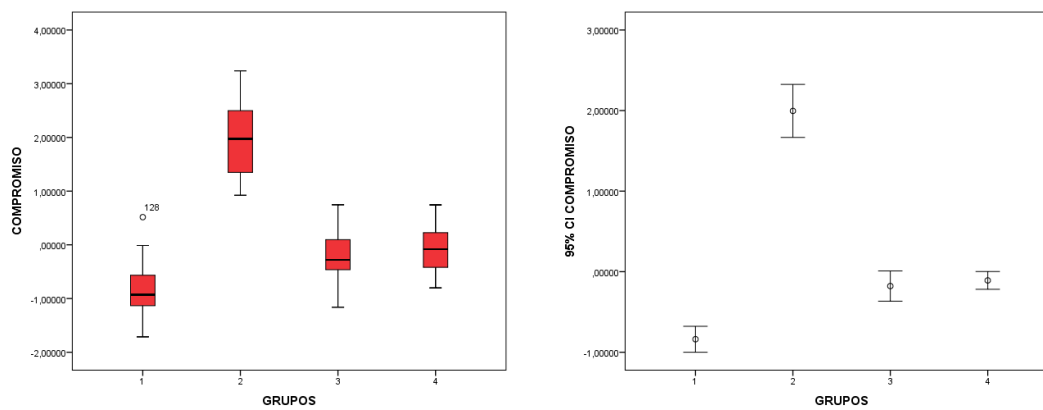


Figura 8: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “compromiso” por grupos

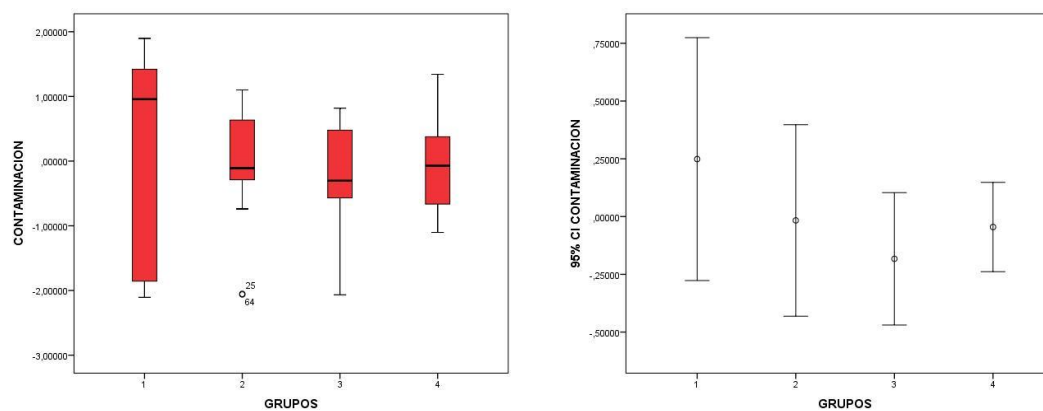


Figura 9: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “contaminación” por grupos

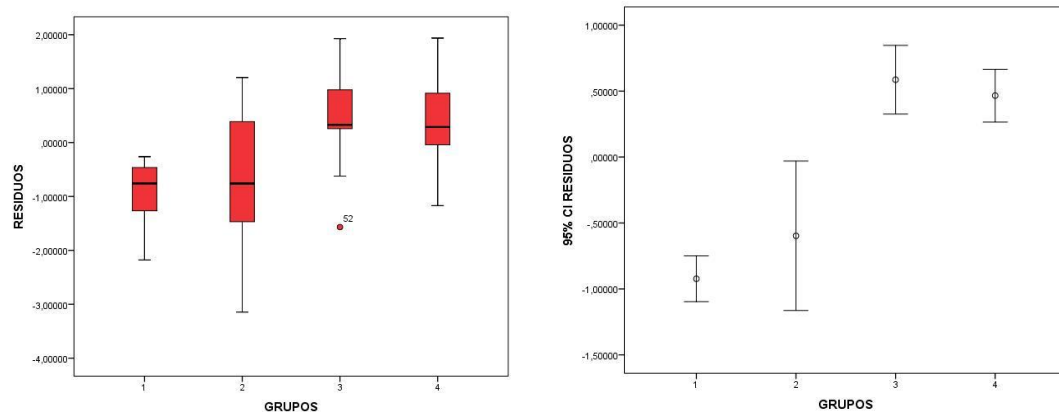


Figura 10: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “residuos” por grupos

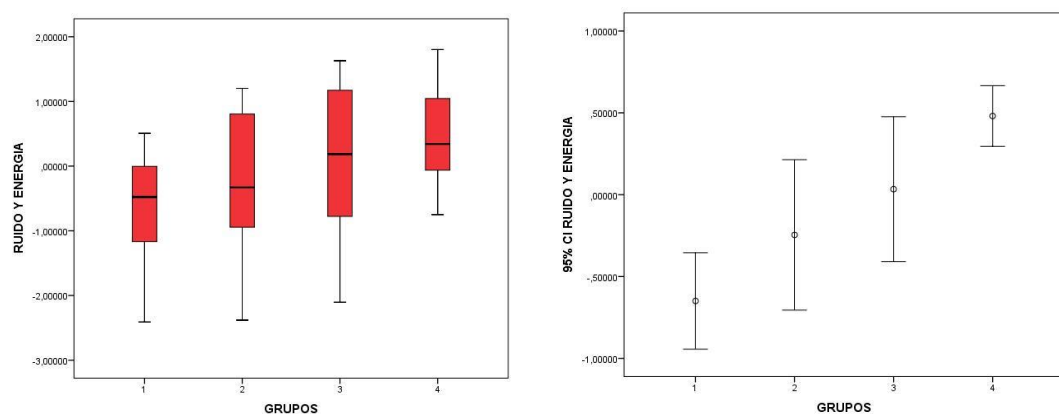


Figura 11: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “ruido y energía” por grupos

Por último y con el fin de completar la caracterización de los grupos, cruzamos la variable grupo con las variables cualitativas recogidas en nuestra base de datos, es decir, las variables sexo, titulación, administración responsable y medio de transporte. Así, la Figura 12 contiene el diagrama de barras para la variable sexo por grupos y se observa que entre los estudiantes de los grupos 2 y 3 predominan los hombres, entre los del grupo 4 las mujeres y en el grupo 1 hay aproximadamente el mismo número de hombres que de mujeres. La Figura 13 representa el diagrama de barras para la variable titulación por grupos y se observa que en el grupo 1 predominan los estudiantes de ciencias, en el grupo 2 los de ingeniería, en el grupo 3 los de economía y los del 4 predominan los de educación y medicina. La Figura 14 recoge por grupos el diagrama de barras para la variable administración responsable y muestra que la mayoría de los estudiantes del grupo 1 piensan que es la administración local la que debería

preocuparse más por el cuidado del medio ambiente, en el grupo 2 predominan los que piensan que es la administración autonómica, en el grupo 4 la mayoría piensa que tendría que ser la administración estatal y, por último, en el grupo 3 de la mayoría de sus estudiantes, aproximadamente la mitad piensa que es la estatal y la otra mitad la europea. Por último, la Figura 15 contiene el diagrama de barras de la variable medio de transporte por grupos. El gráfico muestra que en el grupo 1 predominan los estudiantes que van en bicicleta, en el grupo 2 en coche, en el grupo 3 en moto y en el grupo 4 en autobús.

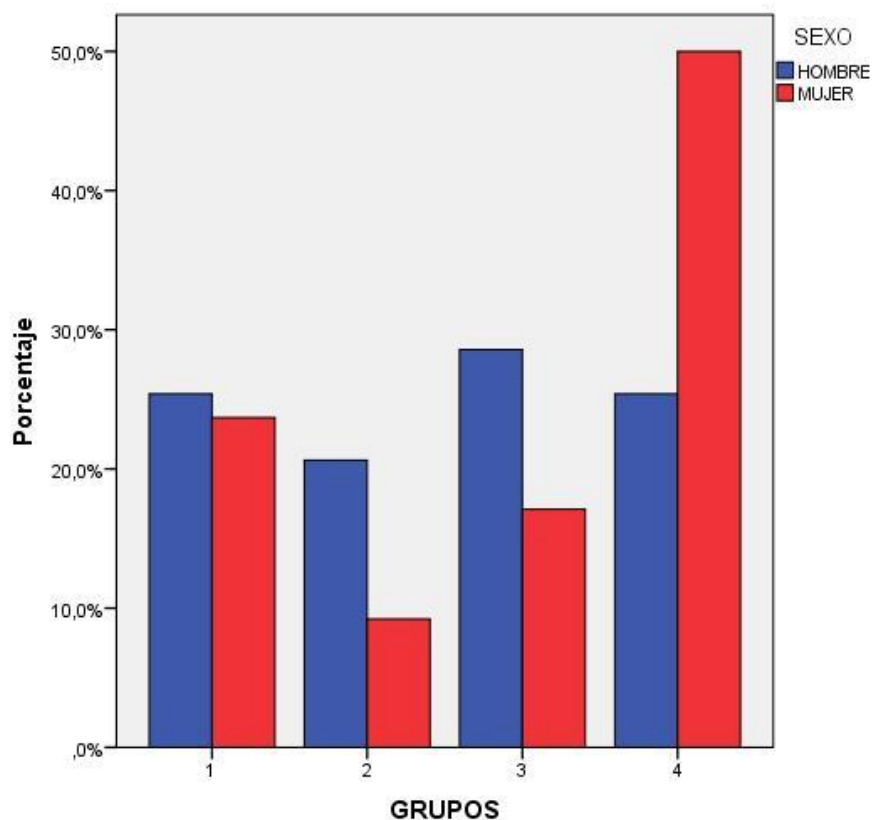


Figura 12: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “ruido y energía” por grupos

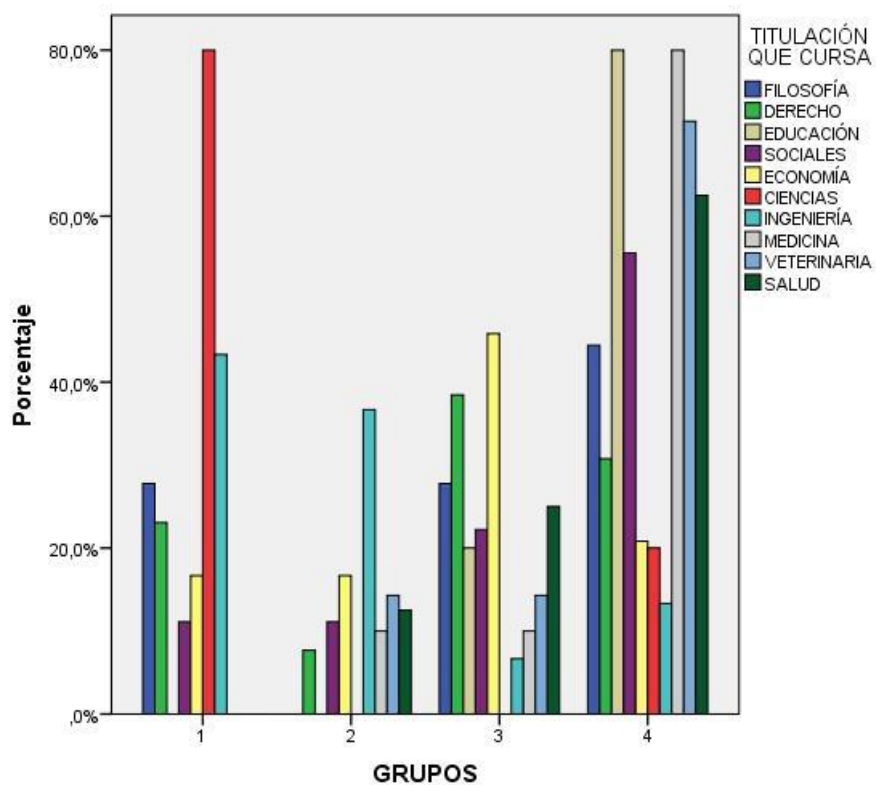


Figura 13: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “ruido y energía” por grupos

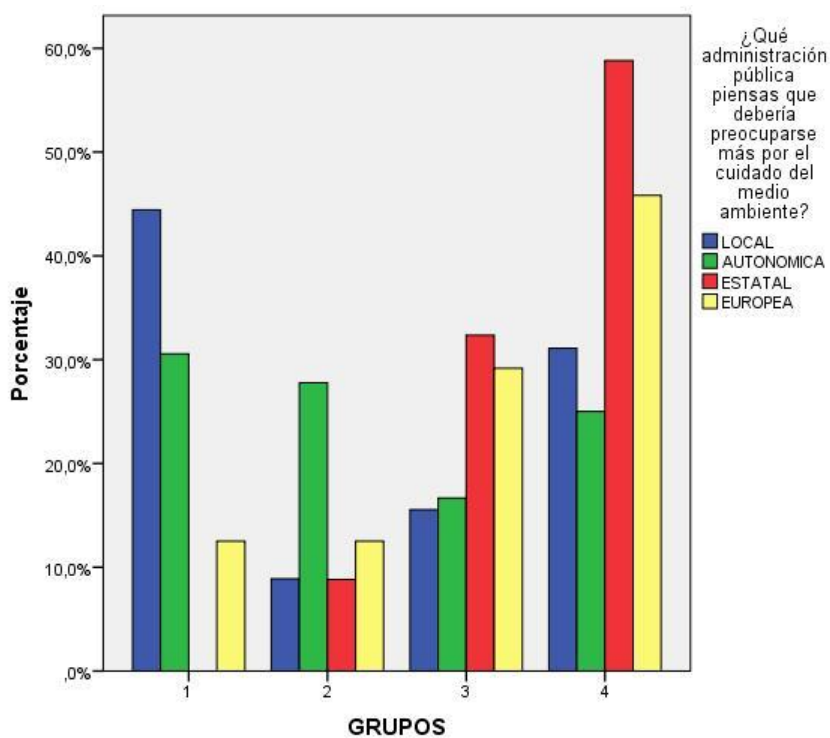


Figura 14: Diagramas de barras para la variable administración pública por grupos

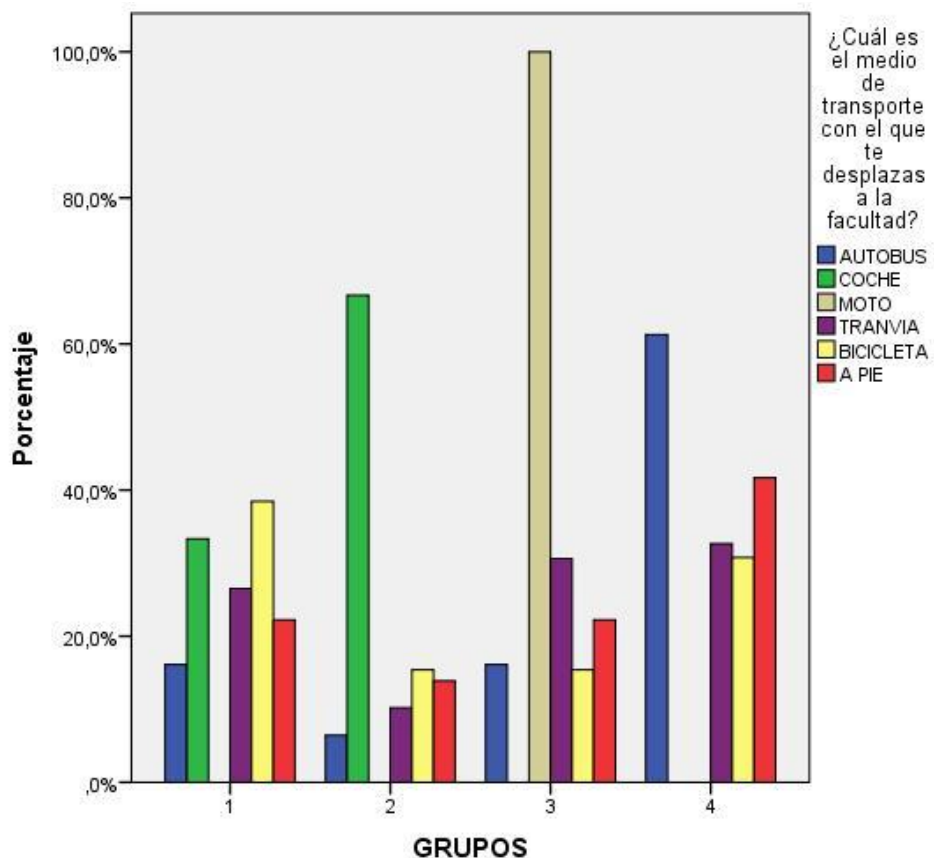


Figura 15: Diagramas de cajas y barras de error para el indicador “ruido y energía” por grupos

En resumen, se puede decir que el grupo 1 está formado por aquellos estudiantes que puntúan muy bajo en cuestiones relacionadas con la actitud hacia el medio ambiente, ya que no estarían dispuestos a renunciar al uso de su vehículo en determinados días ni tampoco creen que deban ser las empresas las que tengan que hacerse responsables de proteger al medio ambiente. Además, la opinión de estos estudiantes no es positiva en cuanto a las labores que realiza el gobierno ya que creen que no se preocupa lo suficiente sobre problemas medioambientales pero tampoco consideran que una solución posible sea aplicar multas a aquellas empresas que no respetasen al medio ambiente. Por otro lado, consideran que los motivos más importantes que perjudican al medio ambiente en las ciudades son la contaminación acústica, el despilfarro de energía y la generación de residuos. Por último, los estudiantes que conforman este grupo consideran que la contaminación que proporcionan las grandes empresas y las grandes ciudades es muy alta mientras que la que producen las pymes y el parque automovilístico no les parece tan importante.

El grupo 2 está formado por estudiantes que puntúan muy bajo las cuestiones relacionadas con la contaminación que ocasionan tanto grandes empresas, pequeñas y medianas empresas, parque automovilístico y las grandes ciudades, es decir, creen que contaminan mucho al medio ambiente. Además, consideran que los motivos que más perjudican al medio ambiente son la contaminación acústica, el despilfarro de energía y la generación de residuos. Por otro lado, estos estudiantes tienen una actitud positiva hacia el medio ambiente ya que estarían dispuestos a pagar más por un producto ecológico y además están de acuerdo en prohibir hacer fuego para barbacoas en bosques y campos, respecto a cuestiones políticas están de acuerdo en que el progreso económico disminuye si se descuida al medio ambiente.

El grupo 3 está formado por aquellos estudiantes que puntúan muy bajo en cuestiones relacionadas con el comportamiento ambiental tanto en el entorno familiar como el comportamiento del propio estudiante ya que reciclan muy poco, utilizan pocas bombillas de bajo consumo y no utilizan controles o medidas para ahorrar en el consumo de agua. Además, no participan en organizaciones o actividades a favor de proteger al medio ambiente y consideran que los motivos que dificultan el reciclado son especialmente la distancia a la que se encuentran los contenedores, el no disponer de espacio para clasificar los residuos o el desconocimiento a cerca de como realizar esa clasificación. Por otro lado, consideran que es la generación de residuos el motivo que menos perjudica al medio ambiente en las ciudades.

El grupo 4 al contrario que el grupo 3 está formado por aquellos estudiantes que puntúan alto en las cuestiones relacionadas con el comportamiento ambiental tanto en el entorno familiar como el comportamiento del propio estudiante ya que reciclan los residuos, utilizan electrodomésticos eficientes, bombillas de bajo consumo y algún tipo de medida para ahorrar en el consumo de agua. Además, consideran que en las ciudades la generación de residuos, la contaminación acústica y el despilfarro de energía son los motivos que menos perjudican al medio ambiente.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo ha utilizado la técnica del Análisis Factorial para construir un conjunto de 5 indicadores que describen las tipologías de una muestra de estudiantes de la Universidad de Zaragoza estratificada por sexo y titulación frente a la conservación y protección del medio ambiente. Así, el indicador 1 está relacionado con comportamientos y actitudes de los individuos frente al medio ambiente; el indicador 2 recoge aspectos como la implicación, responsabilidad y educación medioambiental; el indicador 3 recoge la opinión del estudiante sobre la contaminación en las ciudades; el indicador 4 recoge la opinión del estudiante sobre la generación de residuos como motivo que perjudica al medio ambiente y por último el indicador 5 recoge la opinión del estudiante sobre la contaminación acústica y el despilfarro de energía como motivos que perjudican al medio ambiente en las ciudades.

A continuación, a partir de estos 5 indicadores, mediante un Análisis Clúster, en el trabajo se han identificado 4 grupos de estudiantes similares en comportamiento ambiental, actitud hacia el medio ambiente y opinión sobre política medioambiental. Así, en el grupo 1 hay aproximadamente el mismo número de hombres que de mujeres, predominan los estudiantes de Ciencias, los que piensan que es la administración local la que debería preocuparse más por el cuidado del medio ambiente y los que se desplazan en bicicleta para ir a la facultad. Además, está formado por aquellos estudiantes que no están dispuestos a renunciar al uso de vehículo en determinados días ni consideran que son las empresas las que deben hacerse responsables de proteger al medio ambiente y además tampoco creen que el gobierno realice una buena labor en temas medioambientales.

En el grupo 2 predominan los hombres, los estudiantes de Ingeniería, los que piensan que es la administración autonómica la que debería preocuparse más por el cuidado del medio ambiente y son los que se desplazan en coche para ir a la facultad. Además, está formado por aquellos estudiantes que tienen una actitud positiva hacia el medio ambiente ya que estarían dispuestos a pagar más por un producto ecológico, están de acuerdo en prohibir hacer fuego para barbacoas en bosques y campos y consideran que el progreso económico disminuye si se descuida al medio ambiente.

En el grupo 3 predominan los hombres, los estudiantes de Economía, en el que aproximadamente la mitad consideran que es la administración estatal la que debería preocuparse más y la otra mitad considera que debería ser la europea, son también los

que se desplazan en moto a la facultad. Además, está formado por aquellos estudiantes que no tienen un buen comportamiento ambiental tanto en el entorno familiar como su propio comportamiento ya que no reciclan lo suficiente, utilizan pocas bombillas de bajo consumo,...no participan en actividades o organizaciones a favor del medio ambiente.

Por último, en el grupo 4 predominan las mujeres, los estudiantes de Educación y Medicina, la mayoría de ellos piensan que debería ser la administración estatal la que debería preocuparse más y son los que se desplazan en autobús para ir a la facultad. Además, tienen un comportamiento ambiental bueno ya que reciclan los residuos, utilizan electrodomésticos eficientes,...etc.

Por último, de los resultados obtenidos en este trabajo, se pueden establecer las siguientes conclusiones divididas en los 4 bloques mencionados (apartado 3.2):

- **Comportamiento ambiental del entorno familiar**

Los resultados muestran que el comportamiento en el hogar de los hombres y de las mujeres es similar pero más positivo en los hogares de las mujeres, ambos reciclan ocasionalmente. Sin embargo, en los hogares de las mujeres utilizan más medidas para ahorrar en el consumo de agua y más bombillas de bajo consumo.

Otros estudios (Oliver, 2005) también avalan esta información, afirmando que las mujeres manifiestan un índice algo superior que los hombres en las actuaciones personales más respetuosas con el medio: separar cristal, papel, plástico y pilas para reciclar, intentar usar menos agua y usar papel reciclado.

Por otro lado, por titulación académica se observa que los estudiantes de Filosofía, Derecho y Economía tienen un comportamiento ambiental similar siendo los que menos reciclan los residuos y los que utilizan menos electrodomésticos eficientes mientras que los estudiantes de Ingeniería, Medicina y Veterinaria también tienen un comportamiento ambiental similar siendo los que reciclan en mayor medida.

Esta clara diferencia entre estudiantes de “Letras” y de “Ciencias” podría solventarse realizándose y promoviéndose la importancia del medio ambiente a través de campañas de concienciación... para que estos mejoraran sus hábitos. Otra idea sería inculcar la importancia del medio ambiente desde edades tempranas para que esta diferencia tanto entre sexos como entre titulaciones universitarias no se produzca.

- **Comportamiento ambiental del estudiante**

Los resultados muestran que el comportamiento del estudiante es semejante al comportamiento en el entorno familiar.

- **Actitud hacia el medio ambiente**

Los resultados del análisis muestran que en general son las mujeres las que tienen una actitud más positiva hacia el medio ambiente. Otros estudios (Oliver, 2005) avalan esta idea diciendo que las mujeres confían en mayor medida que los hombres en que con la participación de los ciudadanos se pueden solucionar los problemas ambientales.

Además, tanto hombres como mujeres consideran que pueden contribuir a proteger al medio ambiente en gran medida, puntuando sobre 8 puntos. Como también se observa en otros estudios (Oliver, 2005), afirmando que la participación de los ciudadanos es la propuesta que recibe un mayor apoyo de los jóvenes españoles como solución a los problemas del ambiente.

Además, los resultados muestran que son las titulaciones científicas aquellas que tienen una mayor implicación para proteger al medio ambiente, sobre todo están dispuestos a renunciar al uso de su vehículo o reducirlo en determinados días a favor de una mejora del medio ambiente.

En general todos los estudiantes de la muestra consideran que hay que tomar medidas para proteger al medio ambiente puntuando por encima de 9 puntos.

- **Política medioambiental**

Todas las titulaciones creen que el gobierno no se preocupa lo suficiente sobre los problemas medio ambientales. Y creen que es la administración local y europea aquellas que deberían preocuparse más por el cuidado del medio ambiente.

Además, de proporcionar algunas ideas clave sobre el comportamiento, la aptitud y la política en cuanto a las cuestiones ambientales se refiere, se pueden plantear diversas vías que podrían realizarse en torno a estas cuestiones.

En primer lugar, es necesario reflexionar acerca de qué papel desempeña la educación desde edades tempranas hasta adultas para ser conscientes de la importancia que tiene que el cuidado al medio ambiente sea transmitido desde edades tempranas o por el contrario posteriormente. Entre otras finalidades, la educación ambiental debe trabajar para la consecución de una sociedad más justa y respetuosa hacia el medio ambiente.

En segundo lugar, se puede plantear cómo se pueden integrar los conocimientos, las actitudes y las opiniones de los estudiantes en el desarrollo de una educación para la ciudadanía. Precisamente, uno de los retos de la educación es lograr la participación activa de los ciudadanos. Los resultados del estudio indican que los estudiantes de Ingeniería, Medicina y Veterinaria son mucho más respetuosos hacia el medio ambiente y demuestran mucho más interés hacia su problemática, por ello en las facultades de Filosofía, Derecho y Economía se podrían llevar a cabo más campañas de concienciación para evitar esta desigualdad.

En definitiva, para conseguir un futuro sostenible primero se deberá enseñar a los jóvenes el rol que desempeñan para que en el futuro haya una sociedad mejor.

Así pues, se puede concluir este estudio con estas palabras de R. Wade (2002), “if we cannot imagine a sustainable future then it is unlikely to be achieved”.

7. BIBLIOGRAFIA

- Hair J. F.; Black, W.; Babin, B. J. and Anderson, R. E. (2009) *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall (7th Edition)
- Noticia publicada el 22 de abril del 2015 en la página web de la facultad, fecem.unizar.es
- Oliver Trobat, M.F. (2005) Actitudes y percepción del medio ambiente en la juventud española. *Organismo Autónomo Parques Nacionales*
- Pérez, C. (2013) *Análisis Multivariante de Datos*. Garceta Grupo Editorial
- Salvador Figueras, M y Gargallo Valero, P (2006): "Análisis Factorial", [en línea] 5campus.com, Estadística <<http://www.5campus.com/leccion/factorial>>
- Wade, R. (2002) Sustainable Development education and Curriculum 2000 in *Teaching Geography*, 27, 3.